МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ГОСТ 9454— 2025

МЕТАЛЛЫ

Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах

Издание официальное

Москва
Российский институт стандартизации
2026

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и общие правила проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены ГОСТ 1.0 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Федеральным государственным унитарным предприятием «Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И.П. Бардина» (ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина») при участии Общества с ограниченной ответственностью «Интеллект-НН» (ООО «Интеллект-НН»)

2 ВНЕСЕН Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК 120 «Чугун, сталь, прокат»

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 31 марта 2025 г. № 183-П)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	ЗАО «Национальный орган по стандартизации и метрологии» Республики Армения
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Узбекистан	UZ	Узбекское агентство по техническому регулированию

(Поправка)

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22 мая 2025 г. № 451-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 9454—2025 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 мая 2026 г.

5 ВЗАМЕН ГОСТ 9454—78

6 ИЗДАНИЕ (февраль 2026 г.) с Поправкой (ИУС № 1 2026 г.)

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящего стандарта и изменений к нему на территории указанных выше государств публикуется в указателях национальных стандартов, издаваемых в этих государствах, а также в сети Интернет на сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации.

В случае пересмотра, изменения или отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации в каталоге «Межгосударственные стандарты»

© Оформление. ФГБУ «Институт стандартизации», 2025, 2026



В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й С Т А Н Д А Р Т

МЕТАЛЛЫ

Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах

Metals. Method for testing the impact strength at low, room and high temperature

Дата введения — 2026—05—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает метод испытания на ударный изгиб черных, цветных металлов и сплавов, а также изделий из них при температурах от минус 100 °С до плюс 1200 °С.

Настоящий стандарт предназначен для определения:

- работы удара (поглощенной энергии), затраченной на разрушение образца;
- ударной вязкости.

Также при испытании могут быть определены:

- доля вязкой составляющей в изломе образцов;
- боковое расширение;
- критическая температура хрупкости.

Перечень контролируемых показателей и условия их определения устанавливают нормативной документацией на конкретную металлопродукцию.

Примечание — Испытания на ударный изгиб при температурах от минус 100 °С до минус 269 °С регламентированы ГОСТ 22848.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

ГОСТ 166 (ИСО 3599—76) Штангенциркули. Технические условия

ГОСТ 577 Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм. Технические условия

ГОСТ 6507 Микрометры. Технические условия

ГОСТ 6616 Преобразователи термоэлектрические. Общие технические условия

ГОСТ 6651 Государственная система обеспечения единства измерений. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ 7564 Прокат. Общие правила отбора проб, заготовок и образцов для механических и технологических испытаний

ГОСТ 8479 Поковки из конструкционной углеродистой и легированной стали. Общие технические условия

ГОСТ 9378 Образцы шероховатости поверхности (сравнения). Общие технические условия

ГОСТ 10708 Копры маятниковые. Технические условия

ГОСТ 16504 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения

ГОСТ 19300 Средства измерений шероховатости поверхности профильным методом. Профилографы-профилометры контактные. Типы и основные параметры

Издание официальное

ГОСТ 22848 Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при температурах от минус 100 до минус 269 °С

ГОСТ 30432 Трубы металлические. Методы отбора проб, заготовок и образцов для механических и технологических испытаний

ГОСТ 34100.3—2017 Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов и классификаторов на официальном интернет-сайте Межгосударственного совета по стандартизации, метрологии и сертификации (gost.e-ecolog.ru по указателям национальных стандартов, издаваемым в государствах, указанных в предисловии, или на официальных сайтах соответствующих национальных органов по стандартизации. Если на документ дана недатированная ссылка, то следует использовать документ, действующий на текущий момент, с учетом всех внесенных в него изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то следует использовать указанную версию этого документа. Если после принятия настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение применяется без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 10708, ГОСТ 16504, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **комнатная температура:** Температура окружающей среды от плюс 10 °С до плюс 35 °С.

3.2 **концентратор:** Надрез или надрез с усталостной трещиной, выполненный на образце для концентрации деформации.

Примечание — Различают следующие виды концентраторов:
а) *U* — концентратор с *U*-образным надрезом (по Менаже);
б) *V* — концентратор с *V*-образным надрезом (по Шарпи);
в) *T* — концентратор с надрезом и усталостной трещиной.

3.3 **радиус концентратора *R*, мм:** Радиус дна надреза.

3.4 **тип образца:** Условный номер образца в зависимости от его размеров и вида концентратора.

3.5 **длина образца *L*, мм:** Наибольший размер, измеряемый перпендикулярно к надрезу.

3.6 **высота образца *H*, мм:** Расстояние между гранью образца с надрезом и противоположной гранью.

3.7 **толщина образца *B*, мм:** Расстояние между боковыми гранями образца, измеряемое вдоль надреза.

3.8 **глубина надреза h_1, мм:** Расстояние от грани образца, на которую нанесен надрез, до дна надреза.

3.9 **глубина концентратора *h*, мм:** Глубина надреза для концентраторов вида *U* и *V*, сумма глубины надреза и длины усталостной трещины для концентратора вида *T*.

3.10 **высота рабочего сечения H_1, мм:** Разность между высотой образца и глубиной концентратора.

Примечание — Для образцов с концентраторами вида *U* и *V* определяется как расстояние от дна надреза до противоположной грани образца.

3.11 **начальная площадь рабочего сечения образца S_0, см^2:** Площадь поперечного сечения образца под надрезом, равная произведению высоты рабочего сечения на толщину образца.

3.12 **работа удара (поглощенная энергия) *K (KU, KV, KT)*, Дж (кгс · м):** Работа (энергия), затрачиваемая на разрушение образца с концентратором вида *U, V* и *T* соответственно, равная разности между запасом потенциальной энергии копра и потенциальной энергией копра в верхней точке подъема маятника после разрушения образца.

3.13 **ударная вязкость *KC* (*KCU, KCV, KCT*), Дж/см^2 (кгс · м/см^2):** Отношение работы удара к начальной площади рабочего сечения образца.

3.14 **излом:** Поверхность, образовавшаяся в результате разрушения (разделения на части) образца.

3.15 **хрупкий излом:** Излом образца, имеющий блестящую, кристаллическую структуру без видимых признаков пластической деформации металла.

3.16 **хрупкая составляющая излома:** Область/области хрупкого излома на его поверхности.

3.17 **вязкий излом:** Излом образца, имеющий матовую, волокнистую структуру с видимыми признаками пластической деформации.

3.18 **вязкая составляющая излома:** Область/области вязкого излома на его поверхности.

3.19 **доля вязкой составляющей в изломе *ДВС*, %:** Разность между начальной площадью рабочего сечения и площадью излома, занимаемой хрупкой составляющей, выраженная в процентах от начальной площади рабочего сечения.

3.20 **смешанный излом:** Поверхность разрушения, представляющая собой сочетание двух видов изломов, различающихся по механизму разрушения.

3.21 **критическая температура хрупкости $T_к$, °С:** Выбранная из ряда температур испытания минимальная температура, при которой выполняется одно из условий:

а) среднее или минимальное значение работы удара или ударной вязкости, составляет не менее заданного;

б) среднее значение работы удара или ударной вязкости в процентах от максимального значения составляет не менее заданного, например 50 %;

в) средняя или минимальная доля вязкой составляющей в изломе составляет не менее заданной, например 50 %;

г) значение работы удара, ударной вязкости или доли вязкой составляющей достигает величины не менее полусуммы значений, соответствующих верхнему и нижнему пологим участкам соответствующей температурной зависимости;

д) среднее или минимальное значение бокового расширения составляет не менее заданного, например 0,9 мм.

3.22 **боковое расширение *LE*, мм:** Наибольшее увеличение толщины образца после испытания вблизи надреза со стороны воздействия бойка.

3.23

неопределенность (измерения) [uncertainty (of measurement)]: Параметр, относящийся к результату измерения и характеризующий разброс значений, которые могли бы быть обоснованно приписаны измеряемой величине.

Примечание 1 — Параметром может быть, например стандартное отклонение (или величина, пропорциональная стандартному отклонению) или полуширина интервала, которому соответствует заданный уровень доверия.

Примечание 2 — Неопределенность измерения, как правило, включает в себя много составляющих. Некоторые из них могут быть оценены из статистического распределения результатов ряда измерений и описаны выборочными стандартными отклонениями. Другие составляющие, которые также могут быть описаны стандартными отклонениями, оценивают, исходя из основанных на опыте предположений или иной информации о виде закона распределения.

Примечание 3 — Предполагается, что результат измерения является лучшей оценкой измеряемой величины, а все составляющие неопределенности, включая обусловленные систематическими эффектами (разного рода поправками, используемым эталоном сравнения), вносят вклад в разброс значений измеряемой величины.

[ГОСТ 34100.3—2017, пункт 2.2.3]

4 Образцы для испытаний

4.1 Общие положения

4.1.1 Количество единиц металлопродукции, отбираемых для испытаний, устанавливают в нормативной документации.

От каждой отобранной единицы металлопродукции отбирают пробы для изготовления не менее двух образцов для каждого вида концентратора и для каждой температуры испытаний, если в нормативной документации не указано иное.

4.1.2 Места вырезки заготовок для изготовления образцов, технология вырезки заготовок и изготовления образцов, ориентация оси надреза для металлопродукции из черных металлов должны соответствовать:

- для проката — ГОСТ 7564;
- для поковок — ГОСТ 8479;
- для труб — ГОСТ 30432, если иное не предусмотрено в нормативной документации на металлопродукцию.

Для цветных металлов и сплавов данные требования указывают в нормативной документации на металлопродукцию.

При вырезке заготовок металл образцов предохраняют от наклепа и нагрева, изменяющих свойства металла.

4.1.3 Усталостную трещину в концентраторе вида *Т* получают на дне начального надреза при плоском циклическом изгибе образца.

Максимальный остаточный прогиб, образовавшийся при нанесении концентратора, не должен превышать 0,25 мм по всей длине образца.

Число циклов, необходимое для получения трещины заданной глубины, должно быть не менее 3000, при этом максимальная нагрузка, *Н*, при циклическом трехточечном изгибе образца должна удовлетворять требованию

$$P_{max} \le \frac{0,4\sigma_T B(H-h)^2}{L_1}, \quad (1)$$

где $\sigma_т$ — предел текучести материала образца, МПа;

L_1 — расстояние между опорами при выращивании усталостной трещины, мм.

Примечание — Для облегчения старта трещины в концентраторе и получения более ровного ее фронта допускается предварительное однократное приложение статической нагрузки той же величины, но обратного знака.

4.1.4 Риски на поверхности концентраторов, видимые без применения увеличительных приспособлений, не допускаются. Шероховатость поверхности концентраторов не нормируют и не контролируют.

4.1.5 Допускается не контролировать шероховатость всех поверхностей, если требуемую шероховатость обеспечивают технологией механической обработки поверхности.

4.1.6 Образцы должны иметь маркировку.

Маркировку наносят на любую грань образца:

- в местах, не контактирующих с опорами, наковальней (упорами) или бойком, в местах, где возникновение пластической деформации и поверхностных несплошностей в результате маркировки не окажет влияния на поглощенную энергию;
- в любой области, если она нанесена способом, исключающим воздействие на структуру и свойства металла.

4.2 Типы образцов

4.2.1 Требования к форме и размерам образцов и концентраторов представлены на рисунках 1—3 и в таблице 1.

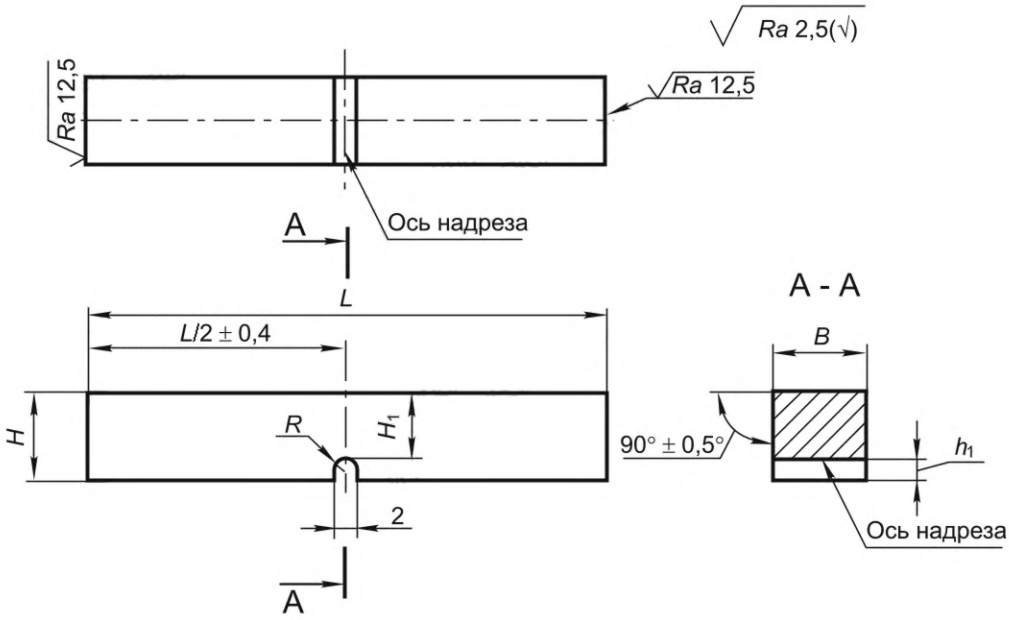


Рисунок 1 — Образец с концентратором вида *U*

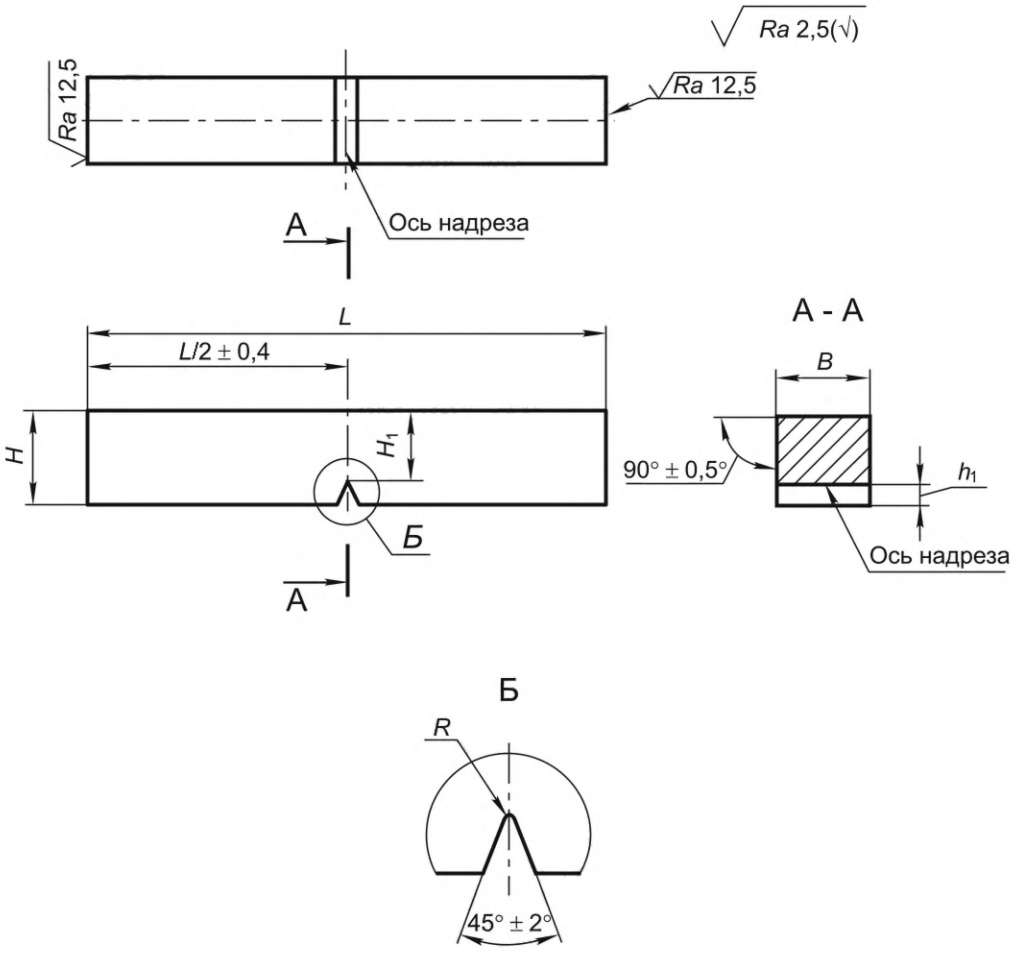


Рисунок 2 — Образец с концентратором вида *V*

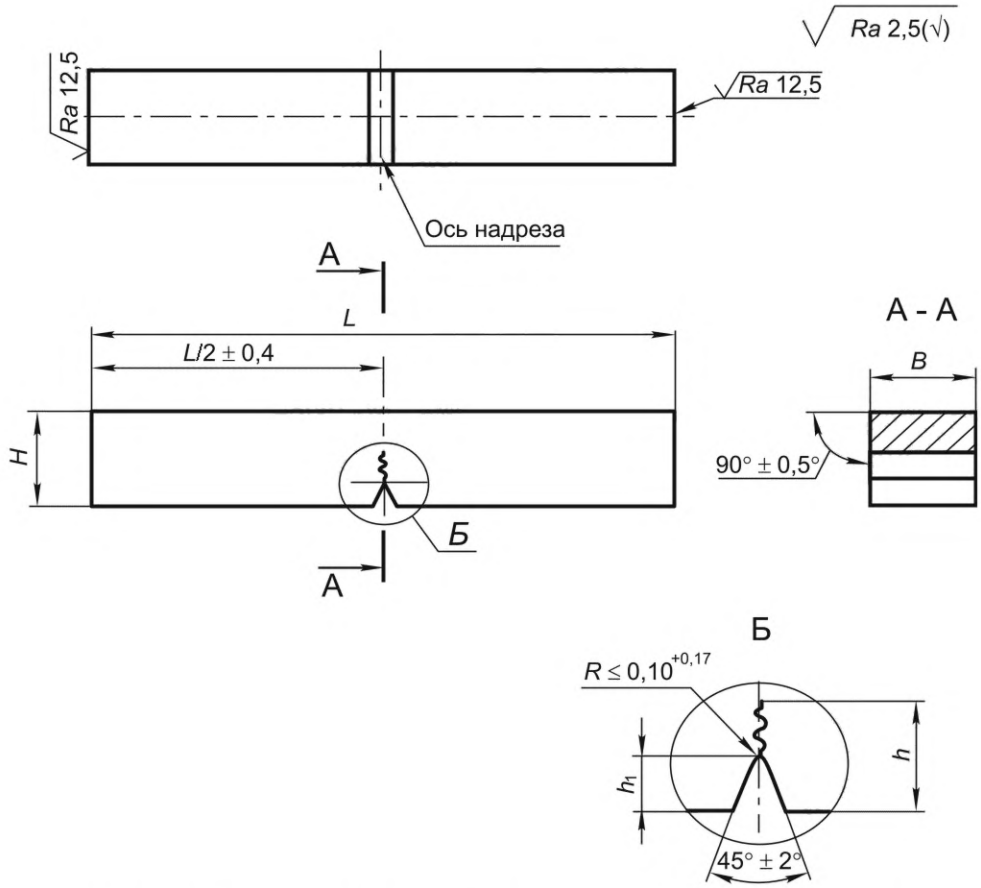


Рисунок 3 — Образец с концентратором вида *Т* (усталостная трещина)

Таблица 1 — Размеры образцов и концентраторов, мм

Вид концентратора	Радиус концентратора, R	Тип образца	Длина образца, L (предельные отклонения ±0,6)	Толщина образца, B	Высота образца, H (предельные отклонения ±0,1)	Глубина надреза, h_1	Глубина концентратора, h	Высота рабочего сечения, H_1
U	1,00 ± 0,07	1	55,0	10,00 ± 0,10	10,0	2*	2*	8,00 ± 0,10
		2		7,50 ± 0,10				
		3		5,00 ± 0,05				
		4		2,00 ± 0,05	8,0			6,00 ± 0,10
		5		10,00 ± 0,10	10,0	3*	3*	7,00 ± 0,10
		6		7,5 ± 0,10				
		7		5,00 ± 0,05				
		8		10,00 ± 0,10		5 *	5 *	5,00 ± 0,10
		9		7,50 ± 0,10				
		10		5,00 ± 0,05				
V	0,250 ± 0,025	11	55,0	10,00 ± 0,10	10,0	2*	2*	8,00 ± 0,05 **
		12		7,50 ± 0,10				
		13		5,00 ± 0,05				
		14		2,00 ± 0,05	8,0	2*	2*	6,00 ± 0,05
T	$\leq 0{,}10^{+0{,}17}$	15	55,0	10,00 ± 0,10	11,0	1,5 ± 0,1	3,0 ± 0,1	—
		16		7,50 ± 0,10				
		17		5,00 ± 0,05				
		18		2,00 ± 0,05	9,0			
		19		10,00 ± 0,10	10,0	3,5 ± 0,1	5,0 ± 0,1	

* Номинальные значения приведены для справки.

** При приемо-сдаточных испытаниях в условиях массового производства допускается изготовление образцов с предельными отклонениями ± 0,10 мм.

4.2.2 Тип и ориентацию образцов указывают в нормативной документации на металлопродукцию.

Если в нормативной документации на металлопродукцию не указан тип образца или предусмотрена возможность выбора любого из рассматриваемых типов образцов, рекомендуется испытывать образцы с U-образным надрезом наибольшего размера, который позволяют изготовить размеры металлопродукции.

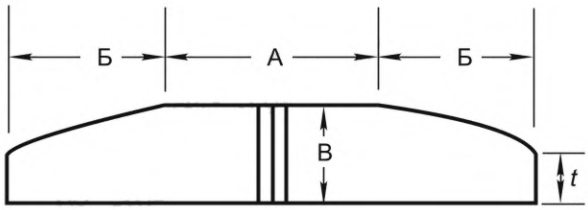
Если в нормативной документации на металлопродукцию не указана ориентация образцов, испытания рекомендуется проводить на продольных образцах.

4.3 Образцы не допускается подвергать правке для выпрямления.

4.4 По согласованию изготовителя с заказчиком или при наличии указаний в нормативной документации допускается использовать образцы с другими размерами надреза, без надреза и, размеры которых отличаются от указанных в таблице 1, а также образцы с одной и двумя необработанными поверхностями.

Информация о применении и размерах нетипового образца должна быть отражена в протоколе испытаний.

Допускается использовать поперечные образцы из трубных заготовок и трубных изделий с одной или двумя необработанными поверхностями, содержащими исходную наружную поверхность изделия, как показано на рисунке 4.



А — участок механически обработанной поверхности протяженностью не менее 28 мм; Б — участок с исходной наружной поверхностью протяженностью не более 13,5 мм; *t* — толщина торца образца (не должна быть менее $^1/_2$ толщины образца В)

Рисунок 4 — Поперечный образец с исходной наружной поверхностью трубных заготовок и трубных изделий

5 Аппаратура

5.1 Для испытаний на ударный изгиб следует применять маятниковые копры по ГОСТ 10708 с запасом потенциальной энергии, достаточной для разрушения образца одним ударом.

Подтверждение соответствия требованиям ГОСТ 10708 проводится при поверке и калибровке маятниковых копров.

Скорость движения маятника в момент удара должна быть:

(5,0 ± 0,5) м/с — для копров с номинальной потенциальной энергией маятника от 50 (5,0) до 2500 (250,0) Дж (кгс · м) включительно;

(4,0 ± 0,25) м/с — для копров с номинальной потенциальной энергией маятника от 7,5 (0,75) до 50 (5,0) Дж (кгс · м);

(3,0 ± 0,25) м/с — для копров с номинальной потенциальной энергией маятника от 0,1 (0,01) включительно до 7,5 (0,75) Дж (кгс · м).

Допускается применение копров с другой скоростью движения и/или номинальной энергией маятника, у которых допускаемое отклонение запаса потенциальной энергии маятника от номинального значения, предел допускаемой абсолютной погрешности измерения энергии, а также технические требования не хуже установленных в ГОСТ 10708. В этом случае номинальную энергию маятника и скорость его движения указывают в протоколе испытания.

Рекомендуется, чтобы работа удара составляла не более 80 % от номинального значения потенциальной энергии маятника.

В случае разногласий в оценке результатов испытаний повторные испытания рекомендовано проводить при условии, что работа удара находится в диапазоне от 10 до 80 % от номинального значения потенциальной энергии маятника.

Примечание — Могут применяться маятниковые копры с программным управлением, учитывающим потери на трение.

Использование инструментированных копров позволяет построить и проанализировать диаграммы деформирования при испытании (приложение А).

5.2 Трещину на образцах с концентратором вида *Т* получают на машинах, обеспечивающих выполнение требований 4.1.3.

5.3 Применяемые средства измерений должны быть поверены или откалиброваны в соответствии с национальным законодательством.

5.4 Штангенциркули должны соответствовать требованиям ГОСТ 166, микрометры — требованиям ГОСТ 6507 и обеспечивать необходимую точность измерений. Допускается применять другие средства измерений линейных размеров, имеющие метрологические характеристики, обеспечивающие необходимую точность измерений, в том числе индикаторы часового типа по ГОСТ 577, оптические измерительные и координатно-измерительные системы, координатно-измерительные машины.

Допускается определять высоту рабочего сечения путем расчета по результатам измерений высоты образца и глубины концентратора.

Примечания

1 С целью обеспечения возможности одновременного входного контроля партий образцов в условиях массового производства допускается применение оптических измерительных систем, обеспечивающих проверку всех геометрических параметров образца на соответствие требованиям настоящего стандарта.

2 При определении бокового расширения образца допускается применение бесконтактных методов измерений.

5.5 Для измерения прогиба по всей длине образца с концентратором *Т* применяют индикаторы часового типа по ГОСТ 577 или другие средства измерений с погрешностью измерения не более 0,05 мм.

5.6 Для контроля шероховатости применяют профилографы-профилометры по ГОСТ 19300, образцы шероховатости поверхности (сравнения) по ГОСТ 9378 или иные средства измерения параметров шероховатости.

5.7 Радиусы концентраторов контролируют с помощью радиусомеров, измерительных машин, оптических систем или иных средств измерения и контроля.

5.8 Приборы для анализа изображений должны обеспечивать ввод серии снимков излома образца, полученных с перефокусировкой микроскопа, и их программную обработку с целью измерения площади хрупкой составляющей.

Примечание — Для оценки доли вязкой составляющей в изломах образцов допускается применение специализированных программных комплексов анализа изображений или электронных планиметров с погрешностью не более 5 %.

5.9 Для контроля температуры при необходимости используют термометры, включая термопреобразователи по ГОСТ 6651 или по ГОСТ 6616, или иные средства измерения, обеспечивающие измерения с погрешностью не более ±2 °С.

Примечания

1 Для измерения температуры нагрева образцов могут быть использованы термометры, включая термопреобразователи, с погрешностью измерений не более:

±5 °С — при температуре нагрева до 600 °С;

±8 °С — при температуре нагрева свыше 600 °С.

2 По согласованию изготовителя с заказчиком для измерения температуры охлаждающей среды могут быть использованы термометры с погрешностью измерений не более ±3 °С при температуре охлаждения ниже минус 60 °С.

При использовании аттестованного испытательного оборудования, обеспечивающего поддержание температуры среды на заданном уровне, в устройстве для измерения температуры среды нет необходимости.

5.10 Для испытания на ударный изгиб при пониженной или повышенной температурах применяют оборудование, обеспечивающее равномерное охлаждение или нагрев, отсутствие агрессивного воздействия окружающей среды на образец и возможность контроля температуры.

5.11 В качестве низкотемпературной среды, как правило, используют охлажденные жидкости (вода; лед и вода; твердая углекислота и органический растворитель; жидкий азот, этиловый спирт и другие жидкие среды, предусмотренные технической документацией на испытательное оборудование) или охлажденные газы.

5.12 В качестве высокотемпературной среды, как правило, используют нагретые жидкости, такие как вода, минеральные, силиконовые масла и другие жидкие среды, предусмотренные технической документацией на испытательное оборудование или нагретые газы.

5.13 Приспособление для переноса образца должно быть специально предназначенным для этой цели.

Примечание — Для переноса образцов из среды для кондиционирования в положение для проведения испытаний при пониженных и повышенных температурах могут применяться центрирующие клещи или другие приспособления.

6 Подготовка к испытаниям

6.1 В начале каждого рабочего дня, каждой смены или перед испытанием на копре, который используется нерегулярно, рекомендуется проверять отклонение запаса потенциальной энергии маятника путем однократного свободного сброса маятника, которое не должно превышать ±0,5 % от номинальной потенциальной энергии маятника.

6.2 Одну серию испытаний на ударный изгиб рекомендуется проводить на одном и том же копре с одинаковым номинальным значением потенциальной энергии маятника.

6.3 Для определения начальной площади рабочего сечения образца перед испытанием измеряют необходимые геометрические параметры с допускаемой погрешностью не более ±0,10 мм:

- толщину образца B;
- высоту рабочего сечения образца H_1 с концентратором вида *U* или *V*;
- высоту образца *H* с концентратором вида *T*.

Проводят одно измерение каждого параметра в средней части образца в месте концентратора.

При приемо-сдаточных испытаниях в условиях массового производства допускается определять начальную площадь рабочего сечения образцов по номинальным размерам (без измерения образца перед испытанием) при условии, что отклонения указанных параметров от номинальных значений не превышают ±0,05 мм.

6.4 Температуру испытания указывают в нормативной документации на металлопродукцию.

Если температура не указана, то испытания проводят при комнатной температуре.

6.5 Если в нормативной документации указано проведение испытаний при пониженной или повышенной температурах, то образец должен быть доведен до заданной температуры с учетом требуемого переохлаждения/перегрева. Температура переохлаждения или перегрева образцов приведена в приложении Б.

Выдержка образцов в термостате при заданной температуре (с учетом необходимого переохлаждения или перегрева) должна быть не менее 15 мин.

6.6 При необходимости использования устройства для измерения температуры среды рекомендуется разместить его как можно ближе к образцам.

6.7 Если испытание проводят при температуре, отличающейся от комнатной, то образец должен быть подвергнут испытанию не позднее, чем через 5 с после его извлечения из нагревающей или охлаждающей среды. В случае, если разность температуры окружающей среды и образца при испытании составляет менее 25 °С, время переноса образца должно составлять не более 10 с.

В случае, если образец не был испытан в течение допускаемого времени после его извлечения из охлаждающей или нагревающей среды, его сразу же возвращают в эту среду для повторной выдержки не менее чем на 15 мин.

Соприкасающаяся с образцом часть приспособления для переноса образцов не должна изменять температуру образца при установке его на опоры копра.

7 Проведение испытаний

7.1 Образец должен быть установлен таким образом, чтобы было обеспечено его позиционирование и центрирование концентратора относительно опор.

Примечания

1 При проведении испытаний рекомендуется принять меры, исключающие отскок концов, разрушенных образцов в маятник, что может привести к ошибочно завышенным показаниям поглощенной энергии.

2 При проведении испытаний на образцах уменьшенного сечения рекомендуется осуществлять замену опор на опоры большей высоты.

7.2 Испытание проводят при ударе маятника со стороны, противоположной концентратору, в плоскости его симметрии.

7.3 Испытание признается состоявшимся, если образец разрушился полностью с разделением на две части или прошел между подвижными и неподвижными частями копра, при этом маятник не остановился.

Примечания

1 Если образец не разрушился с разделением на две части, допускается разделить его вручную без применения механических инструментов.

2 Если образец при испытании разрушился частично, без разделения на две части, прошел между подвижными и неподвижными частями копра, при этом маятник не остановился, в протоколе приводят полученный результат испытаний с указанием, что образец не был разрушен. При приемо-сдаточных испытаниях в условиях массового производства запись о том, что образец не был разрушен, допускается не выполнять.

7.4 Если из-за недостаточной потенциальной энергии маятника копра образец при испытании не был разрушен с разделением на две части или не прошел между подвижными и неподвижными частями копра, при этом маятник остановился, то в этом случае образец может быть заменен либо могут быть проведены повторные испытания на копре с большей энергией маятника или испытания образцов меньшего размера.

Если при максимальной энергии маятника образец не разрушился с разделением на две части или не прошел между подвижными и неподвижными частями копра, при этом маятник остановился, то в протоколе указывают: «Образец не разрушился при максимальной энергии маятника».

7.5 Образец должен быть заменен в случае, если:

- разрушение образца произошло по металлургическим дефектам (макродефекты, обнаруживаемые визуально на поверхности излома);
- образец застрял между подвижными и неподвижными частями копра;
- удар маятника произошел не по центру (смещение образца во время установки);
- на поверхности концентратора в месте разрушения присутствуют риски;
- маркировка, нанесенная способом, оказывающим воздействие на структуру и свойства металла, частично или полностью находится в зоне видимой деформации.

8 Обработка результатов испытаний

8.1 За результат испытания принимают работу удара или ударную вязкость для образцов с концентраторами видов *U* и *V* и ударную вязкость для образцов с концентратором вида *T*.

При отсутствии указаний в нормативных документах на металлопродукцию за результат испытания принимают значения работы удара или ударной вязкости, полученные на каждом испытанном образце.

8.2 Работу удара и ударную вязкость обозначают комбинацией букв и последующих чисел, характеризующих определенные условия испытаний.

Буквы обозначают работу удара (*KU*, *KV*) и ударную вязкость (*KCU*, *KCV*, *KCT*) для образцов с концентраторами вида *U*, *V* и *T* соответственно; первое число — номинальную потенциальную энергию маятника в Дж, второе число — глубину концентратора в мм; третье число — толщину образца в мм.

Числа не указывают в обозначении работы удара и ударной вязкости при проведении испытаний на копре с номинальной потенциальной энергией 300 (30,0) Дж (кгс · м) и более, при глубине концентратора 2 мм для концентраторов видов *U* и *V* и 3 мм для концентратора вида *T* и толщине образца 10 мм (образцы 1, 11 и 15 типов).

Допускается обозначать работу удара и ударную вязкость двумя индексами (*Ai*) и (*ai*) соответственно: где первый (*A*) или (*a*) — символы работы удара или ударной вязкости, второй (*i*) — символ типа образца в соответствии с таблицей 1.

Для обозначения работы удара и ударной вязкости при пониженной и повышенной температурах вводится числовой индекс, указывающий температуру испытания. Числовой индекс ставят вверху после буквенных составляющих.

Примеры обозначения работы удара и ударной вязкости:

KV^{-40} 50/2 — работа удара, определенная на образце с концентратором вида *V* при температуре минус 40 °С. Максимальная энергия удара маятника 50 (5,0) Дж (кгс · м), глубина концентратора 2 мм, толщина образца 2 мм.

KCT^{+100} 150/7,5 — ударная вязкость, определенная на образце с концентратором вида *T* при температуре плюс 100 °С. Максимальная энергия удара маятника 150 (15,0) Дж (кгс · м), глубина концентратора 3 мм, толщина образца 7,5 мм.

KCU (*KCV*) — ударная вязкость, определенная на образце с концентратором вида *U* (*V*) при комнатной температуре. Максимальная энергия удара маятника не менее 300 (30,0) Дж (кгс · м), глубина концентратора 2 мм, толщина образца 10 мм.

a_{11}^{-60} — ударная вязкость, определенная на образце типа 11 при температуре минус 60 °С. Максимальная энергия удара маятника не менее 300 (30,0) Дж (кгс · м).

Допускается обозначение работы удара и ударной вязкости без числового индекса, если в протоколе испытаний указаны параметры, обозначаемые этим индексом.

8.3 Ударную вязкость (*KC*) в Дж/см^2 (кгс · м/см^2) вычисляют по формуле

$$KC = \frac{K}{S_0}, \tag{2}$$

где *K* — работа удара, Дж (кгс · м);

S_0 — начальная площадь рабочего сечения образца в месте концентратора, см^2, вычисляемая по формуле

$$S_0 = \frac{H_1 \cdot B}{100}, \tag{3}$$

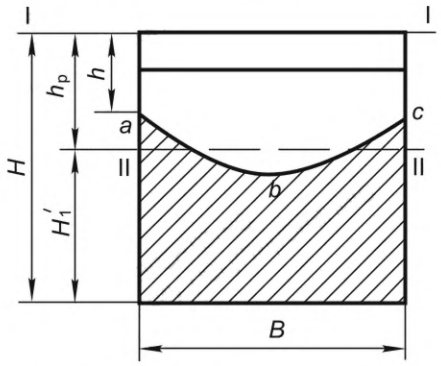
где H_1 — начальная высота рабочего сечения образца, мм;

B — начальная толщина образца, мм.

S_0 округляют: при толщине образца 5 мм и менее — до третьей значащей цифры, при толщине образца более 5 мм — до второй значащей цифры.

Примечание — Значащими цифрами являются:
- все ненулевые цифры;
- нули, содержащиеся между ненулевыми цифрами;
- нули, являющиеся представителями сохраненных десятичных разрядов при округлении.

8.4 Для образцов с концентратором вида *T* значение H_1 определяют как разность между полной высотой *H*, измеренной до испытания, и расчетной глубиной концентратора $h_р$, измеренной с помощью любых оптических средств с увеличением не менее 7, на поверхности излома образца после его испытания в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 5, с погрешностью не более ±0,05 мм.



abc — фронт усталостной трещины; I–I — положение визирной линии окуляра микроскопа в начальный момент измерения (совпадает с гранью образца); II–II — положение визирной линии микроскопа при окончании измерения (положение II–II выбирают так, чтобы заштрихованная область выше линии была равновелика по площади незаштрихованной области ниже визирной линии)

Рисунок 5 — Схема обработки результатов испытаний образцов с концентратором вида *T*

8.5 Значение работы удара записывают в протоколе с округлением:

до 1 (0,1) Дж (кгс · м) — при значении *K* более 10 (1) Дж (кгс · м);

до 0,1 (0,01) Дж (кгс · м) — при значении *K* менее или равном 10 (1) Дж (кгс · м).

Значение ударной вязкости записывают в протоколе с округлением:

до 1 (0,1) Дж/см^2 (кгс · м/см^2) — при значении *KC* более 10 (1) Дж/см^2 (кгс · м/см^2);

до 0,1 (0,01) Дж/см^2 (кгс · м/см^2) — при значении *KC* менее или равном 10 (1) Дж/см^2 (кгс · м/см^2).

8.6 Исходные данные и результаты испытаний записывают в протоколе испытания. Рекомендуемая форма протокола приведена в приложении В.

8.6.1 В протокол испытаний при наличии указания в нормативной документации на металлопродукцию или по согласованию с заказчиком могут быть включены (в дополнение к приложению В) следующие данные:

а) результаты анализа диаграммы деформирования (порядок приведен в приложение А);

б) доля вязкой составляющей в изломе образца *ДВС*, % (порядок определения приведен в приложении Г);

в) критическая температура хрупкости $T_к$, °С (порядок определения приведен в приложение Д);

г) боковое расширение (порядок определения приведен в приложение Е);

д) неопределенность измерений:

е) номер плавки;

ж) номер партии;

и) начальная площадь рабочего сечения S_0, см^2;

к) примечание.

8.6.2 Допускается документирование результатов испытаний в электронном виде (например, с использованием корпоративных информационных систем или электронного документооборота).

9 Неопределенность измерений

9.1 Результаты измерения работы удара и связанных с ней параметров используют без учета неопределенностей их измерения, если нормативными правовыми актами, нормами, правилами, стандартами или иным документами, выполнение требований которых носит обязательный характер, не предусмотрено выполнение измерений с обязательным указанием характеристик погрешности или неопределенности измерений (испытаний).

9.2 При наличии таких требований оценку неопределенности измерения работы удара и других определяемых по настоящему стандарту характеристик проводят по ГОСТ 34100.3 и приложению Ж.

9.3 Условия испытаний и ограничения, определенные в настоящем стандарте, не должны корректироваться с учетом погрешностей измерений.

Приложение А
(справочное)

Построение и анализ диаграмм деформирования[1)]

А.1 При использовании копра с программным управлением осуществляют автоматическую запись диаграмм в координатах «нагрузка (P) — время (t)» и «перемещение (u) — время (t)». По полученным диаграммам строят диаграмму деформирования в координатах «нагрузка (P) — перемещение (u)».

А.2 Полученные с датчиков массивы измеренных данных по нагрузке и времени допускается подвергать программной (машинной) фильтрации для сглаживания кривых ударного нагружения с целью уменьшения влияния факторов, вносимых упругим взаимодействием системы «опоры — образец — боек».

А.3 Допускается получать диаграмму «перемещение — время» путем преобразования диаграммы «нагрузка — время» по следующей процедуре.

А.3.1 На основании диаграммы «нагрузка (P) — время (t)» определяют зависимость скорости нагружения v от времени t по уравнению

$$v(t) = v_0 - \frac{1}{m}\int_{t_0}^{t} p(t)\,dt, \tag{А.1}$$

где v_0 — начальная скорость бойка, м/с;

m — масса маятника, кг;

t_0 — момент начала ударного нагружения, с;

t — время процесса до разрушения образца, с;

P — нагрузка, Н.

Начальную скорость бойка v_0 определяют по уравнению

$$v_0 = \sqrt{2gZ_0}, \tag{А.2}$$

где g — ускорение свободного падения, м/с^2;

Z_0 — высота падения бойка, м.

А.3.2 Определяют зависимость перемещения (прогиба) образца u от времени t по уравнению

$$u(t) = \int_{t_0}^{t} v(t)\,dt. \tag{А.3}$$

А.3.3 На основании зависимостей $P(t)$ и $u(t)$ строят диаграмму деформирования «нагрузка — перемещение» как зависимость $P(u)$.

А.4 В зависимости от характера разрушения различают три типа диаграмм:

- тип I, когда зарождение трещины приводит к нестабильному хрупкому разрушению (рисунок А.1а);
- тип II, когда после зарождения трещины наступает стадия ее стабильного развития, переходящая в стадию нестабильного развития при вязко-хрупком переходе (рисунок А.1б);
- тип III, когда после зарождения трещины наступает стадия ее стабильного развития при полностью вязком разрушении (рисунок А.1в).

[1)] На территории Российской Федерации данная методика описана в справочном приложении А ГОСТ Р 70431—2022 «Материалы оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. Методы определения ударной вязкости и критической температуры хрупкости по результатам испытаний на ударный изгиб».

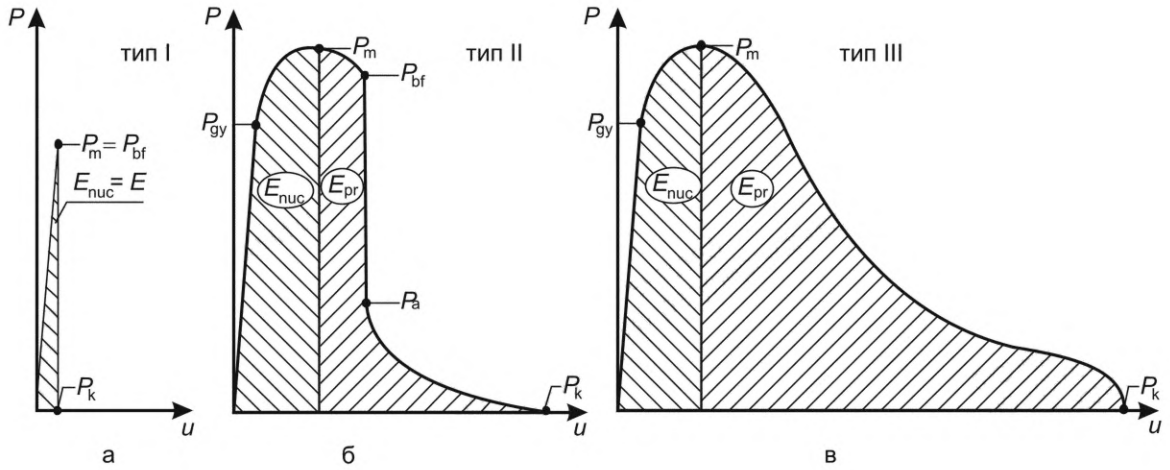


Рисунок А.1 — Типы диаграмм деформирования при испытаниях на ударный изгиб

На диаграммах деформирования выделяют следующие характерные точки:

- P_{gy} — нагрузка, соответствующая началу текучести; эту нагрузку определяют в точке отклонения диаграммы от линейного упругого участка (без учета инерционных осцилляций, связанных с контактным взаимодействием бойка и опор);

- P_m — максимальная нагрузка на сглаженной диаграмме деформирования; в случаях, когда разрушение происходит без значимой пластической деформации (тип I), нагрузка является нагрузкой начала нестабильного развития трещины P_{bf};

- P_{bf} — нагрузка, соответствующая началу стадии нестабильного развития трещины (хрупкого разрушения); эту нагрузку определяют в точке начала резкого падения диаграммы;

- P_a — нагрузка, соответствующая окончанию стадии нестабильного развития трещины; эту нагрузку определяют в точке окончания резкого падения диаграммы при переходе к участку осциллирования нагрузки в зоне долома; если хрупкого разрушения нет, например в случае полностью вязкого разрушения, то нагрузку P_a не определяют;

- P_k — нагрузка, соответствующая разрушению образца; при разрушении образца на две части нагрузка P_k равна 0, в случае высоковязкого материала образец может не разрушиться, и в этом случае нагрузка P_k не равна 0.

А.5 Работа удара K (Дж) может быть представлена как сумма компонент

$$K = K_{nuc} + K_{pr}, \tag{А.4}$$

где K_{nuc} — работа, затрачиваемая на инициацию трещины у надреза, Дж;

K_{pr} — работа, затрачиваемая на развитие трещины, Дж.

Работу удара K определяют как площадь под диаграммой деформирования.

Работу, затрачиваемую на инициацию трещины у надреза, определяют как площадь под диаграммой деформирования до точки, соответствующей нагрузке P_m.

Работу, затрачиваемую на развитие трещины, определяют как площадь под диаграммой деформирования от точки, соответствующей нагрузке P_m, до точки, соответствующей нагрузке P_k.

С помощью диаграммы деформирования можно приблизительно оценить *ДВС*. Если на диаграмме отсутствует скачок падения усилия, то это может указывать на полностью вязкий излом образца. Значение *ДВС* можно приблизительно оценить по следующим формулам:

$$ДВС = (1 - \frac{P_{bf} - P_a}{P_m}) \cdot 100, \tag{А.5}$$

$$ДВС = \left(1 - \frac{P_{bf} - P_a}{P_m + \left(P_m - P_{gy}\right)}\right) \cdot 100, \tag{А.6}$$

$$ДВС = \left(1 - \frac{P_{bf} - P_a}{P_m + k\left(P_m - P_{gy}\right)}\right) \cdot 100, \quad (A.7)$$

где $k \approx 0,5$.

$$ДВС = (1 - \sqrt{\frac{\frac{P_{gy}}{P_m} + 2}{3}} \left(\sqrt{\frac{P_{bf}}{P_m}} - \sqrt{\frac{P_a}{P_m}}\right) \cdot 100. \quad (A.8)$$

При отсутствии скачка падения усилия на диаграмме (при полностью вязком изломе) в уравнения А.5—А.8 следует подставить $P_{bf} = P_a$.

Описанный метод определения *ДВС* является вспомогательным и не во всех случаях дает достоверный результат. Метрологически достоверный метод определения *ДВС* описан в приложении Г.

Приложение Б
(справочное)

Температура переохлаждения и перегрева образцов в зависимости от температуры испытания

Таблица Б.1 — Температура переохлаждения и перегрева образцов в зависимости от температуры испытания

Температура испытания, °С	Температура, °С	
	переохлаждения	перегрева
От минус 100 до минус 60 включ.	—	—
Св. минус 60 » минус 40 »	3—4	—
» минус 40 » плюс 10 »	2—3	—
» плюс 35 » плюс 200 »	—	3—5
» плюс 200 » плюс 400 »	—	5—10
» плюс 400 » плюс 500 »	—	10—15
» плюс 500 » плюс 600 »	—	15—20
» плюс 600 » плюс 700 »	—	20—25
» плюс 700 » плюс 800 »	—	25—30
» плюс 800 » плюс 900 »	—	30—40
» плюс 900 » плюс 1000 »	—	40—50
» плюс 1000 » плюс 1200 »	—	50—60

Приложение В
(рекомендуемое)

Протокол испытаний на ударный изгиб по ГОСТ 9454—2025

Дата испытания/измерения _____

Организация, проводящая испытания/измерения _____

Марка копра/наименование оборудования _____

Номер и дата документа о метрологическом контроле с указанием вида контроля _____

Максимальная энергия удара маятника при испытании, Дж (кгс · м) _____

Испытуемый материал _____

Номер	Маркировка образца	Тип образца	Температура испытания, °С	Толщина образца B, мм	Высота образца H, мм	Глубина концентратора h, мм	Высота рабочего сечения H_1, мм	Работа удара K, Дж (кгс · м)	Ударная вязкость KC, Дж/см^2 (кгс · м/см^2)

Дополнительные сведения _____

Испытания провел _____ (личная подпись) _____ (инициалы, фамилия)

Протокол оформил/утвердил _____ (личная подпись) _____ (инициалы, фамилия)

Приложение Г
(справочное)

Определение доли вязкой составляющей в изломе образцов

Г.1 Доля вязкой составляющей определяется на образцах типа 1 или 11.

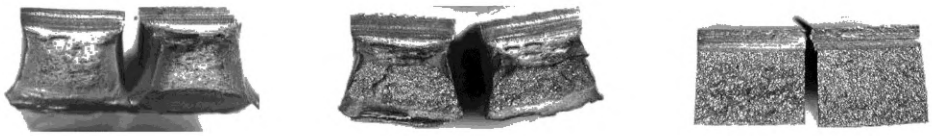
Допускается определение *ДВС* на образцах другого типа. В этом случае следует руководствоваться расчетным алгоритмом и схемой ударного излома, представленными в Г.4.1, Г.4.3, Г.4.4.

Допускается определение *ДВС* на не разрушенных с разделением на две части образцах при отсутствии хрупкой составляющей в изломе. В этом случае процент вязкой составляющей считается 100 % и в протоколе (журнале) испытания указывают, что образец не был разрушен с разделением на две части. Если образец не разрушился с разделением на две части, повторное инициирование разрушения не допускается.

При приемо-сдаточных испытаниях в условиях массового производства запись о том, что образец не был разрушен с разделением на две части, допускается не выполнять.

Г.2 Поверхность излома большинства образцов представляет собой комбинацию поверхностей после вязкого разрушения (вязкая составляющая) и разрушения в виде раскалывания (хрупкая составляющая).

На рисунке Г.1 приведены фотографии характерных типов излома.



а) б) в)

а) вязкий тип излома; б) смешанный тип излома; в) хрупкий тип излома

Рисунок Г.1 — Характерные типы излома металла

Г.3 Вязкая составляющая располагается, как правило, вокруг хрупкой составляющей, как видно из рисунка Г.2, на котором приведены фотографии изломов с различной долей вязкой составляющей.

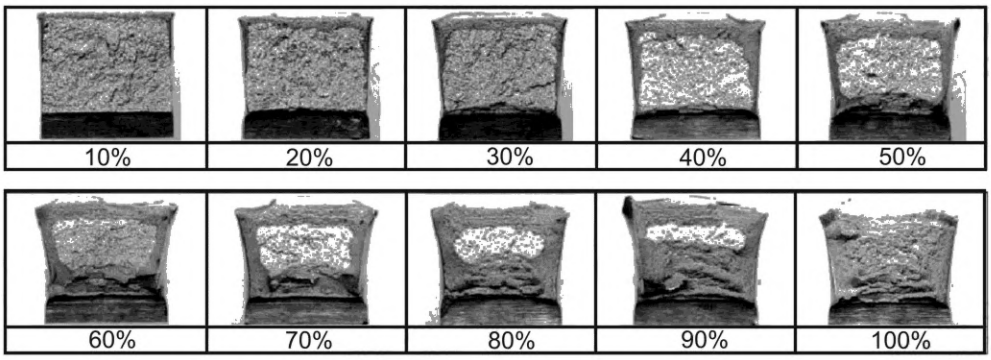


Рисунок Г.2 — Фотографии изломов с различной долей вязкой составляющей

Г.4 Определение доли вязкой составляющей

Г.4.1 Определение *ДВС* с использованием аппаратно-программных средств

Г.4.1.1 Величина *ДВС* может быть определена с помощью аппаратно-программных средств по 5.8.

Г.4.1.2 При наличии в базе данных используемой аппаратуры электронных изображений эталонов изломов допускается программное определение значения *ДВС* с использованием методов распознавания или искусственного интеллекта.

Г.4.2 Определение *ДВС* с использованием шкалы эталонов

В тех случаях, когда не требуется высокая точность, долю вязкой составляющей допускается определять с помощью визуального сопоставления внешнего вида исследуемого излома (по хрупкой или вязкой составляющей — рисунок Г.2) со шкалой, приведенной на рисунке Г.3.

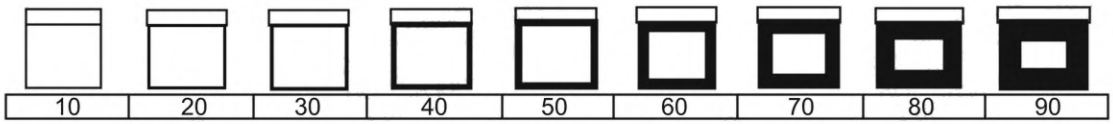


Рисунок Г.3 — Шкала определения доли вязкой составляющей в изломе образца

Г.4.3 Определение ДВС с использованием ручных измерительных приборов

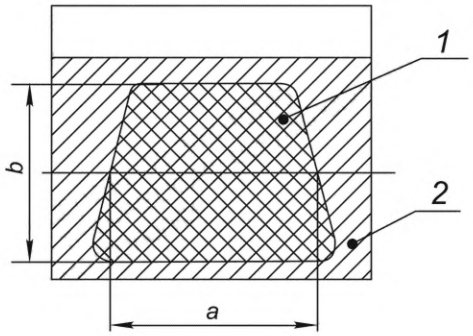
Г.4.3.1 Хрупкую составляющую в изломе образца представляют в виде трапеции (рисунок Г.4).

Г.4.3.2 Измеряют среднюю линию трапеции *a* и высоту трапеции *b* линейкой или другим средством измерения с точностью до 0,5 мм.

Г.4.3.3 По результатам полученных измерений параметров *a* и *b* площади, занимаемой хрупкой составляющей, определяют долю вязкой составляющей, %, по формуле

$$ДВС = \left(1 - \frac{a \cdot b}{B \cdot H_1}\right) \cdot 100. \qquad (Г.1)$$

Результат вычисления по формуле (Г.1) округляют до целых значений.



1 — площадь излома, занимаемая хрупкой составляющей; *2* — площадь излома, занимаемая вязкой составляющей; *a* — средняя линия трапеции; *b* — высота трапеции

Рисунок Г.4 — Схема излома образца

Г.4.4 Определение *ДВС* с использованием планиметров

Г.4.4.1 Фотографируют поверхность излома при соответствующем увеличении.

Г.4.4.2 С помощью планиметра по фотографии измеряют площадь хрупкой составляющей S_1.

Г.4.4.3 Вычисляют долю хрупкой составляющей в изломе *X*, %, по формуле

$$X = \frac{S_1}{S_0} \cdot 100. \qquad (Г.2)$$

.

Г.4.4.4 Долю вязкой составляющей *ДВС*, %, вычисляют по формуле

$$ДВС = (100 - X). \qquad (Г.3)$$

Результат вычисления по формуле (Г.3) округляют до целых значений.

Приложение Д
(справочное)

Определение критической температуры хрупкости

Д.1 В данном приложении приведены общие требования к порядку определения критической температуры хрупкости[1)].

Д.2 Для определения критической температуры хрупкости проводят испытания образцов типа 11 с концентратором вида *V* в выбранном интервале температур, который определяют на основании данных нормативной документации на металлопродукцию.

Примечания

1 Рекомендуется использовать образцы с *V*-образным надрезом максимально возможной толщины *B*, если материал не позволяет изготовить образцы шириной 10 мм.

2 При необходимости испытания на ударный изгиб при температурах менее минус 100 °С испытания проводят согласно ГОСТ 22848.

Д.3 Критерий определения критической температуры хрупкости $T_к$ должен быть указан в нормативной документации на конкретную металлопродукцию или согласован с заказчиком.

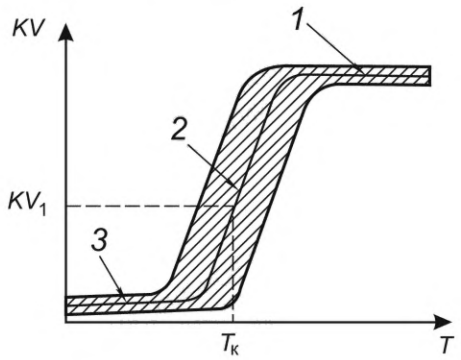
Д.4 В данном примере за критическую температуру хрупкости принимают температуру, при которой работа удара принимает определенное значение KV_1.

При каждой температуре испытывают не менее трех образцов.

Для каждого из испытанных образцов определяют величину работы удара.

По результатам испытаний строят график зависимости работы удара (или другой характеристики в соответствии с выбранным по 3.22 критерием) от температуры испытаний.

Вид графика схематически показан на рисунке Д.1.



T — температура; *KV* — работа удара; *1*— верхний пологий участок (верхняя полка); *2* — зона перехода; *3* — нижний пологий участок (нижняя полка); KV_1 — критериальное значение работы удара; $T_к$ — критическая температура хрупкости

Рисунок Д.1 — Кривая зависимости работы удара от температуры

Примечание — Для построения графика могут быть использованы следующие регрессионные модели:

$$Y = \frac{1}{2}\left\{Y(LS) + Y(US) + \left[\left(Y(US) - Y(LS)\right]th\left(\frac{T - T_0}{C}\right)\right\}; \quad (Д.1)$$

[1)] На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р 70431—2022 «Материалы оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. Методы определения ударной вязкости и критической температуры хрупкости по результатам испытаний на ударный изгиб», регламентирующий порядок определения критической температуры хрупкости с использованием аттестованных методик выполнения измерений.

$$Y = \frac{1}{2}\left\{Y(LS) + Y(US) + \left[\left(Y(US) - Y(LS)\right]th\left(\frac{T - T_0}{C + DT}\right)\right\}; \quad (Д.2)$$

$$Y = Y(LS) + \left[\left(Y(US) - Y(LS)\right]\left\{1 + \exp\left[-g\left(T - T_0\right)\right]\right\}^{-m}; \quad (Д.3)$$

$$Y = \frac{1}{2}\left\{Y(LS) + Y(US) + \left[\left(Y(US) - Y(LS)\right]\text{arctg}\left[\frac{2C\left(T - T_0\right)}{\pi}\right]\right\}, \quad (Д.4)$$

где C, D, g, m, T_0 — параметры регрессионных зависимостей (Д.1—Д.4); Y — измеряемый параметр, выбранный по одному из критериев 3.22; $Y(LS)$ и $Y(US)$ — значения параметра Y, измеренного для нижней и верхней полки соответственно.

На графике «работа удара — температура» на оси ординат (ось KV) откладывают соответствующее критериальное значение работы удара KV_1. Через полученную точку проводят линию, параллельную оси абсцисс (ось T) до пересечения с кривой зависимости $KV(T)$.

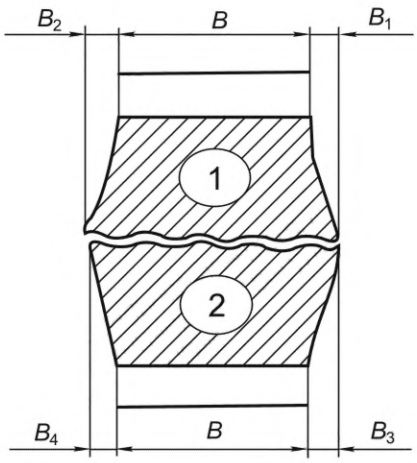
Температуру, соответствующую точке пересечения, принимают за критическую температуру хрупкости $T_к$.

Приложение Е
(справочное)

Определение бокового расширения образца

Е.1 В данном приложении приведены общие требования к порядку определения бокового расширения образца, основанные на методиках, изложенных в [1] и [2][1)].

Е.2 За боковое расширение принимают увеличение толщины образца, измеренное на стороне сжатия, напротив надреза образца, разрушенного на две части, как показано на рисунке Е.1. Если образец не разрушился с разделением на две части, повторное инициирование разрушения не допускается.



1, *2* — половины образца; *B* — исходная толщина образца; B_1, B_2, B_3, B_4 — размеры бокового расширения

Рисунок Е.1 — Половины разрушенного в процессе испытания образца, соединенные для измерения бокового расширения

Е.3 Боковое расширение на каждой грани обеих половин измеряют относительно плоскости, определяемой недеформированным участком грани образца.

Е.4 Измеряют значения параметров B_1, B_2, B_3, B_4 с погрешностью не более ±0,01 мм.

Примечание — Измерения могут быть проведены с помощью приспособления на базе индикатора часового типа по ГОСТ 577.

Е.5 Величину бокового расширения *LE* рассчитывают по формуле

$$LE = \max(B_1, B_3) + \max(B_2, B_4), \quad (E.1)$$

где $\max(B_1, B_3)$ — максимальное из значений B_1, B_3, $\max(B_2, B_4)$ — максимальное из значений B_2, B_4.

Е.6 Если один или несколько выступов образца были повреждены при контакте с наковальней, опорной поверхностью копра и так далее, измерения для этого образца не выполняют и этот факт отражают в протоколе испытания.

Боковое расширение не определяют.

[1)] На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р 70431—2022 «Материалы оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. Методы определения ударной вязкости и критической температуры хрупкости по результатам испытаний на ударный изгиб», регламентирующий порядок определения бокового расширения образца.

Приложение Ж
(справочное)

Оценка неопределенности измерения

Ж.1 Общие положения

В настоящем приложении приведены общие сведения по оценке неопределенности отдельных и средних значений по результатам измерений величины *X* работы удара, ударной вязкости, ДВС и бокового расширения в соответствии с требованиями ГОСТ 34100.3. Представлены упрощенные формулы, не включающие параметры, вклад которых является незначительным. Промежуточные расчеты неопределенности проводят без округления, результирующие значения неопределенности округляют до тех же разрядов, что и измеренные величины, к которым они относятся.

Ж.2 Неопределенность среднего значения

Неопределенность *U* среднего значения величины *X* определяют по формуле

$$U = \sqrt{U_A^2 + U_B^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - X)^2}{n(n-1)} + U_B^2}, \quad (Ж.1)$$

где $n \geq 2$ — число образцов в серии;

U_A — неопределенность, которая отражает неоднородность испытуемого материала, для серии повторяющихся испытаний;

U_B — неопределенность измеренного параметра *X* для одного образца, отражающая влияние инструментальных погрешностей и температуры испытания.

Ж.3 Неопределенность отдельного измеренного значения

Виды неопределенности, которые следует учитывать при определении U_B, приведены в таблице Ж.1. В общем случае

$$U_B = \sqrt{U_V^2 + U_r^2 + U_M^2}. \quad (Ж.2)$$

Таблица Ж.1 — Порядок учета составляющих при расчетах неопределенности

Параметр *X*	Неопределенность, вызванная инструментальной погрешностью копра U_V	Неопределенность, связанная с разрешающей способностью копра U_r	Неопределенность, вызванная погрешностью измерительного инструмента U_M
Работа удара	+	+	—
Ударная вязкость	+	+	+
ДВС	—	—	+
Боковое расширение	—	—	+

Ж.4 Неопределенность, вызванная инструментальной погрешностью копра

Для определения неопределенности U_V, Дж, связанной с инструментальной погрешностью копра, следует использовать минимальное известное значение погрешности $\Delta KV(KU)$ из следующих документов: ГОСТ 10708 (предельная погрешность), паспорта копра, сертификата поверки либо протокола калибровки. Тогда

$$U_V = \Delta KV(KU)/\sqrt{3}. \quad (Ж.3)$$

Например, для копра с максимальной энергией 300 Дж по ГОСТ 10708 U_V = 1,732 Дж.

Величина U_V может быть уточнена по результатам испытания серии аттестованных стандартных образцов[1], для ее определения также допускается использовать протоколы межлабораторных сличительных испытаний[2].

$$U_V = \sqrt{\left(\frac{\Delta X_{\text{ГСО}}}{1{,}96}\right)^2 + \frac{\left(\overline{X}_{\text{ГСО}} - \overline{X}\right)^2}{3} + \frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \overline{X})^2 \left(t_{0{,}6827,\,n}\right)^2}{n^2}}, \quad \text{(Ж.4)}$$

где $\overline{X}_{\text{ГСО}}$ — среднее значение работы удара согласно паспорту стандартных образцов либо среднее значение работы удара образцов, использованных для сличительных испытаний, Дж;

$\Delta X_{\text{ГСО}}$ — значение погрешности аттестационного значения согласно паспорту стандартных образцов либо погрешности среднего значения работы удара образцов для сличительных испытаний, Дж;

n — количество образцов в серии,

$\overline{X}$ — среднее значение работы удара в серии стандартных образцов либо образцов для сличительных испытаний, испытанных на данном копре, Дж,

$t_{p,n}$ — коэффициент Стьюдента, p — доверительный интервал.

Коэффициент Стьюдента принимают равным $t_{p,n}$ = 1,32 для n = 3 и $t_{p,n}$ = 1,14 для n = 5 при p = 68,27 % согласно таблице G.2 ГОСТ 34100.3—2017.

Пример[2]. Испытаны пять стандартных образцов, согласно паспорту имеющих значения $\overline{X}_{\text{ГСО}}$ = 25,9 Дж, ΔХГСО = 1,6 Дж. Измеренные значения 27,4 26,7 28,3 26,3 25,0 Дж, $\overline{X}$ = 26,74 Дж.

Тогда

$$U_V = \sqrt{\left(\frac{1{,}6}{1{,}96}\right)^2 + \frac{(25{,}9 - 26{,}74)^2}{3} + \frac{6{,}092 \cdot (1{,}14)^2}{5^2}} = 1{,}104 \text{ Дж}.$$

При оценке неопределенности величины ударной вязкости, Дж/см^2, полученную величину неопределенности работы удара следует разделить на номинальную начальную площадь рабочего сечения образца F, например, на F = 0,8 см^2 для образцов типов 1 и 11.

Ж.5 Неопределенность, вызванная разрешающей способностью измерительной системы копра

Влияние разрешающей способности копра, как правило, пренебрежимо мало. Исключением является случай, когда мала работа удара. Неопределенность, связанную с разрешающей способностью копра, оценивают по формуле

$$U_r = r / \sqrt{3}, \quad \text{(Ж.5)}$$

где r — большее из значения, указанного в паспорте копра, и разности между соседними показаниями, выдаваемыми копром (например, цены деления шкалы либо младшего разряда числового значения).

Примечание — Существуют копры, у которых разность между соседними показаниями, выдаваемыми числовым индикатором, превышает величину младшего разряда индикатора.

Ж.6 Неопределенность, вызванная погрешностью измерительного инструмента

При оценке *KCV*, *KCU*, *KCT* неопределенность, связанную с погрешностью измерительного инструмента, Дж/см^2, оценивают в виде

$$U_M = \frac{X}{BH_1}\sqrt{\left(\frac{Bd}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{H_1 d}{\sqrt{3}}\right)^2}, \quad \text{(Ж.6)}$$

---

[1] На территории Российской Федерации в качестве стандартных образцов могут использоваться стандартные образцы работы удара ГСО 11934—2022.

[2] Ченцова Ю.С., Толмачев В.В., Забелина А.А. Оценивание неопределенности при испытаниях на ударный изгиб с использованием стандартного образца//Эталоны. Стандартные образцы.— 2023. — Т.19.— №4. — С. 143—150.

где H_1 — начальная высота рабочего сечения образца, мм;

B — начальная толщина образца, мм;

d — цена деления шкалы либо погрешность определения линейных размеров, мм, согласно паспорту инструмента, сертификату поверки, либо протоколу калибровки.

Примечание — Число 2 учитывает проведение двух независимых измерений, используемых для расчета бокового расширения.

В качестве B, H_1 допускается подставлять номинальные размеры начального рабочего сечения образца, мм, а в качестве X — наибольшую ударную вязкость, Дж/см^2, достигнутую на образце одной серии.

При определении *ДВС* с использованием ручного измерительного инструмента или прибора для анализа изображений неопределенность, связанную с погрешностью измерительного инструмента, %, оценивают в виде

$$U_M = \frac{1}{BH_1}\sqrt{\left(\frac{ad}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{bd}{\sqrt{3}}\right)^2}\cdot 100, \qquad (Ж.7)$$

где a, b — линейные размеры зоны хрупкой составляющей излома (рисунок Г.4), мм. При консервативном определении следует брать образец, показавший наименьшее значение *ДВС* (наибольшее произведение ab) в серии.

При определении *ДВС* с использованием шкалы эталонов, имеющей шаг 10 %, $U_M = 10/\sqrt{3} = 5{,}77$ %.

При оценке неопределенности величины бокового расширения составляющую, связанную с погрешностью измерительного инструмента, мм, оценивают в виде

$$U_M = d\cdot\sqrt{2/3}. \qquad (Ж.8)$$

Ж.7 Пример расчета неопределенности

Рассматривают серию образцов типа 11. Результаты их испытания представлены в таблице Ж.2. Принимают, что используемое оборудование и измерительные инструменты обеспечивают следующие значения погрешности: $\Delta KV(KU)$ = 2,0 Дж, r = 0,1 Дж, ΔT = 2 °С, для измерения размеров начальной площади рабочего сечения и для измерений в изломе — штангенциркуль с погрешностью d = 0,05 мм, для бокового расширения — микрометр (индикатор) с погрешностью d = 0,005 мм.

Таблица Ж.2 — Пример результатов испытания для расчета неопределенности

Параметр X	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Среднее значение
B, мм	9,95	9,99	10,02	—
H_1, мм	8,01	7,96	7,95	—
KV, Дж	56	62	71	63
KCV, Дж/см^2	70	78	89	79
a, мм	5,0	4,0	4,0	—
b, мм	4,0	4,0	3,0	—
ДВС, %	75	80	85	80
Боковое расширение, мм	0,62	0,64	0,66	0,64

Тогда для одного образца величины неопределенности составят:

- работа удара

$$U_B = \sqrt{U_V^2 + U_r^2} = \sqrt{\left(\frac{2{,}0}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{0{,}1}{\sqrt{3}}\right)^2} = 1{,}16\,\text{Дж},$$

- ударная вязкость

$$U_B = \sqrt{U_V^2 + U_r^2 + U_M^2} = \sqrt{\left(\frac{2,0}{0,8\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{0,1/0,8}{\sqrt{3}}\right)^2 + \frac{89}{80}\left(\left(\frac{10 \cdot 0,05}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{8 \cdot 0,05}{\sqrt{3}}\right)^2\right)} = 1,50 \text{ Дж/см}^2,$$

,

- *ДВС*

$$U_B = \sqrt{U_M^2} = \sqrt{\left(\frac{1}{10 \cdot 8}\right)^2 \cdot \left(\left(\frac{5,0 \cdot 0,05}{\sqrt{3}}\right)^2 + \left(\frac{4,0 \cdot 0,05}{\sqrt{3}}\right)^2\right) \cdot 100^2} = 0,23 \text{ \%},$$

,

- боковое расширение

$$U_B = U_M = d \cdot \sqrt{2/3} = 0,005 \cdot \sqrt{2/3} = 0,004 \text{ мм}.$$

Величины неопределенности среднего значения согласно формуле (Ж.1) составят:
- работа удара

$$U = \sqrt{19,00 + 1,16^2} = 4,51 \approx 5 \text{ Дж},$$

- ударная вязкость

$$U = \sqrt{30,33 + 1,50^2} = 5,71 \approx 6 \text{ Дж/см}^2,$$

- *ДВС*

$$U = \sqrt{8,33 + 0,23^2} = 2,90 \approx 3 \text{ \%},$$

- боковое расширение

$$U = \sqrt{0,000133 + 0,004^2} = 0,012 \approx 0,01 \text{ мм}.$$

Библиография

[1] ИСО 148-1:2016 Metallic materials — Charpy pendulum impact test — Part 1: Test method (Материалы металлические. Испытание на ударный изгиб по Шарпи с помощью маятникового копра. Часть 1. Метод испытания)

[2] ASTM E23-24 Standard Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic (Материалы металлические. Стандартные методы испытания на ударный изгиб при использовании образцов с надрезом)

УДК 669.01:620.174:006.354 МКС 77.040.10

Ключевые слова: работа удара, ударная вязкость, концентратор, маятниковый копер, вязкая составляющая, хрупкая составляющая

Редактор *Н.А. Аргунова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *И.А. Королева*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Подписано в печать 02.02.2026. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 2,98. Тираж 21 экз. Зак. 29.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Издано и отпечатано в ФГБУ «Институт стандартизации»,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Поправка к ГОСТ 9454—2025 Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах

В каком месте	Напечатано	Должно быть		
Предисловие. Таблица согласования	—	Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан

(ИУС № 1 2026 г.)

gost.e-ecolog.ru